黑色软蚧蚜小蜂生物学特性研究

周 琳[1]，李锦辉[2]，蔡如希[3]

（1. 河南省林业科学研究所，郑州 450008；2. 河南省农业科学院，郑州 450002；3. 四川农业大学农学院，雅安 625014）

摘要：黑色软蚧蚜小蜂 *Coccophagus yoshidae* Nakayama 在四川雅安地区一年发生6～7代，以低龄幼虫和蛹在网纹绵蚧2、3龄雌若虫和雌成虫体内越冬。该蜂的发育起点温度和有效积温分别为8.40℃和456.09日度。18℃、21℃、24℃、27℃和30℃恒温条件下的平均世代历期分别为44.60天、38.27天、30.83天、23.73天和20.73天。成虫需取食网纹绵蚧体液作补充营养。生殖方式为产雌孤雌生殖。成蜂羽化高峰在羽化后的第3～6天，每日的羽化高峰出现在8：00～12：00时。成蜂寿命及平均每蜂子代出蜂数量与补充营养和温度关系密切。该蜂对寄主有一定的选择性，偏好寄生较大的雌成虫，其次是2、3龄雌若虫。

关键词：黑色软蚧蚜小蜂；生活史；发育起点温度；世代历期；生活习性

中图分类号：Q965 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）06-0851-05

Bionomics of *Coccophagus yoshidae* Nakayama（Hymenoptera：Aphelinidae）

ZHOU Lin[1]，LI Jin-Hui[2]，CAI Ru-Xi[3]（1. Henan Forestry Research Insititute，Zhengzhou 450008，China；2. Henan Agricultural Science Academy，Zhengzhou 450008，China；3. Sichuan Agricultural University，Yaan 625014，China）

Abstract：*Coccophagus yoshidae* Nakayama is an important parasitic wasp of *Chloropulvinaria polygonata*（Cockerell）. The parasitic wasp has 6－7 generations per year in Yaan and overwinters as young larvae and pupae in the 2nd and 3th instar larvae of its host. The thermal threshold and thermal sum for development are 8.40℃and 453.09 day-degrees respectively. The mean generation times at 18℃，21℃，24℃，27℃ and 30℃ were 44.60 d，38.27 d，30.83 d，23.73 d and 20.73 d respectively. The adult wasp sucks host body fluid for its complementary nutrition. The parasite is thelyotokous. Maximum emergence occurred at 8：00－12：00 every day，between the third and the sixth day. The longevity and offspring number per adult wasp were related to temperature and complementary nutrition. The wasp prefers to lay eggs first on adult females and then on the 2nd，3th instar larvae of its host.

Key words：*Coccophagus yoshidae* Nakayama；life history；thermal threshold；generation time；behavior

黑色软蚧蚜小蜂 *Coccophagus yoshidae* Nakayama 是网纹绵蚧 *Chloropulvinaria polygonata*（Cockerell）的主要天敌，在我国柑桔、茶、柿、高粱等20多种植物上普遍发生。从柑桔网纹绵蚧体内羽化出的寄生蜂约14种，现已鉴定出2科8种。黑色软蚧蚜小蜂属小蜂总科（Chalcidoidea），蚜小蜂科（Aphelinidae），软蚧蚜小蜂属 *Coccophagus*，是网纹绵蚧的优势种寄生蜂，对网纹绵蚧的自然控制作用非常显著，颇有利用前途（彭以坤等，1990）。1995～1998年作者在四川雅安对此蜂的生物学特性进行了系统观察和试验。现将结果报道如下：

1 材料和方法

1.1 网纹绵蚧寄主植物、黑色软蚧蚜小蜂及其寄主昆虫的来源

网纹绵蚧寄主植物为盆栽1年生柑桔苗。从野外采集或室内饲养的网纹绵蚧供接蜂和育蜂之用。供试蜂从田间采的寄主中羽出，经室内繁殖1代后，再将成蜂群体分置于两个大指形管中，一管饲以20%蜂蜜水补充营养，一管不补充营养，24 h后用作接蜂。

作者简介：周琳，女，1971年8月生，河南南阳人，硕士，助理研究员，从事林木病虫害研究工作，E-mail：zhoulin72@371.net

收稿日期 Received：2001-09-03；接受日期 Accepted：2002-01-15

1.2 接蜂方法

将成蜂移入盛有网纹绵蚧寄生的柑桔苗玻璃罩内，让蜂产卵寄生，24 h后移虫。

1.3 越冬虫态观察

结合田间调查，并定期从野外采回网纹绵蚧进行解剖，观察寄生蜂的越冬情况。

1.4 发育历期、发育起点温度和有效积温的计算

在18℃、21℃、24℃、27℃、30℃五个温度（±0.5℃）条件下接入饲以20%蜂蜜水的成蜂，每个温度设3个重复。每天定时解剖30头被寄生的蚧虫，检查寄生蜂的发育虫态，直至羽化，加权平均计算发育历期，采用直接最优法（李典谟和王莽莽，1986），计算各虫期发育起点温度和有效积温。

1.5 生活习性

1.5.1 成蜂活动、取食、产卵及羽化习性观察：接蜂时，观察成蜂的活动、取食及产卵行为，当蜂开始羽化时，观察其羽化习性。每两小时记录一次羽化的蜂量，直到羽化完毕。

1.5.2 成蜂寿命观察：试验分20%蜂蜜水补充营养和不补充营养两组，每组用指形管5支，每管装成蜂30头，分别置于18℃、21℃、24℃、27℃、30℃（±0.5℃）的恒温箱中，每天定时记载死蜂数，并移出死蜂。

1.5.3 子代出蜂数观察：在罩有网纹绵蚧雌成虫寄生的柑桔苗玻璃罩内，分别于18℃、21℃、24℃、27℃、30℃五个温度（±0.5℃）内，按蜂蚧比=1∶10接入10头成蜂。每个温度设20%蜂蜜水补充营养和不补充营养两个处理。寄生蜂死亡后，将柑桔苗继续置于上述温度下培养，记载子代出蜂数，求出平均每蜂子代出蜂数。每个处理设3次重复。

2 结果与分析

2.1 生活史

2.1.1 发生世代：黑色软蚧蚜小蜂于10月下旬以低龄幼虫和蛹在网纹绵蚧2、3龄雌若虫和雌成虫体内越冬。越冬代成蜂于次年3月下旬至4月上旬羽化。新羽化的成蜂取食寄主体液作为补充营养，4月下旬开始在网纹绵蚧雌蚧虫体内产卵。由于黑色软蚧蚜小蜂田间世代重叠显著，难以准确划分出一年的发生世代数，但根据各虫态在不同温度下的发育历期推算，在雅安一年可发生6~7代。

2.1.2 发育起点温度及发育历期：黑色软蚧蚜小蜂的发育起点温度为8.40℃，全世代有效积温为456.09日度。卵、幼虫、蛹的发育起点温度和有效积温分别为8.37℃、8.17℃、8.96℃和52.98日度、225.28日度、174.43日度。幼虫的发育起点温度最低，卵次之，蛹最高；而所需有效积温则以幼虫期为最大，蛹期次之，卵期最低。越冬代以低龄幼虫和蛹进入越冬。越冬代发育需4个月。其余各代的发育历期依同期气温高低而异。在室内试验温度范围内，各虫期的发育历期与温度呈显著的负相关（r=－0.9932），而发育速率则与温度呈正相关（r=0.9897）。当温度为30℃时，卵、幼虫、蛹和一个世代平均发育历期分别为2.40（±0.22）天、10.13（±0.15）天、8.20（±0.22）天和20.73（±0.39）天。但当温度降至18℃时，其平均发育历期延长到5.23（±0.19）天、22.00（±0.17）天、17.37（±0.28）天和44.60（±0.34）天，分别是30℃时的2.18、2.17、2.11和2.15倍。相同温度条件下，幼虫的发育历期最长，蛹期次之，卵期最短（表1、表2、表3）。

表1 不同温度下黑色软蚧蚜小蜂各虫期的发育历期和发育速率

Table 1 Developmental period and velocity of *C. yoshidae* under different temperatures

虫期 Stages	18℃		21℃		24℃		27℃		30℃	
	历期（D）	速率（V）	历期（D）	速率（V）	历期（D）	速率（V）	历期（D）	速率（V）	历期（D）	速率（V）
卵 Eggs	5.23±0.19	0.1912	4.27±0.26	0.2342	3.70±0.21	0.2703	2.73±0.23	0.3663	2.40±0.22	0.4167
幼虫 Larvae	22.00±0.17	0.0455	18.47±0.28	0.0541	14.40±0.25	0.0694	11.90±0.22	0.0840	10.13±0.15	0.0987
蛹（含预蛹）Pupae	17.37±0.28	0.0576	15.53±0.28	0.0644	12.73±0.31	0.0786	9.10±0.27	0.1099	8.20±0.22	0.1220
全世代 One generation	44.60±0.34	0.0224	38.27±0.47	0.0261	30.83±0.33	0.0324	23.73±0.44	0.0421	20.73±0.39	0.0482

表2　黑色软蚧蚜小蜂发育起点温度和有效积温

Table 2　Thermal threshold and thermal sum for the development of *C. yoshidae*

虫期 Stages	发育起点温度（℃） Thermal threshold	有效积温（℃） Thermal sum
卵 Eggs	8.37 ± 1.59	52.98 ± 5.19
幼虫 Larvae	8.17 ± 0.87	225.28 ± 11.94
蛹（含预蛹）Pupae	8.96 ± 1.92	174.43 ± 21.31
全世代 One generation	8.40 ± 1.36	456.09 ± 38.26

表3　黑色软蚧蚜小蜂各虫期的发育历期、发育速率与温度的相关系数

Table 3　Correlated coefficient between temperature and developmental period and velocity

虫期 Period	发育历期 Developmental period	发育速率 Development velocity
卵 Eggs	−0.9898**	0.9860**
幼虫 Larvae	−0.9886**	0.9961**
蛹 Pupae	−0.9871**	0.9753**
全世代 One generation	−0.9932**	0.9897**

2.2　生活习性

2.2.1　生殖方式：据 1995 ~ 1998 年观察，黑色软蚧蚜小蜂为产雌性孤雌生殖。在自然界中雄蜂罕见，雌蜂所产卵均发育成正常雌蜂。

2.2.2　成虫的活动和取食：黑色软蚧蚜小蜂成蜂喜欢在自然光下活动，光线弱或阴雨天气常爬到叶背或树枝下方，栖息不动。该蜂刚从寄主体内羽化，便能跳跃，飞行能力较强，其远距离的传播主要是靠飞行，近距离扩散靠其敏捷地跳跃。此外，该蜂还有趋光性和上爬习性。刚羽化的寄生蜂，卵尚未发育成熟，需取食补充营养。补充营养源主要是网纹绵蚧的体液。寄生蜂羽化出壳后，在寄主树枝上迅速爬行，寻找食物，并用产卵管刺破蚧体壁，吮吸体液。产卵前期 1 ~ 3 天。根据室内观察结果，每头寄生蜂一生平均可取食蚧虫最多达 9 头，最少 1 头。寄生蜂取食虽不会造成蚧虫死亡，但对其生长发育却有显著的不良影响，被害雌蚧虫平均产卵量明显少于正常雌蚧虫。据田间调查，第一代雌蚧虫被寄生后，其平均产卵量由正常的 1 010.4粒下降到 456.6 粒。

2.2.3　产卵寄生习性：黑色软蚧蚜小蜂夜晚静伏，白天寻找寄主产卵。产卵前多在叶片和枝条上迅速爬行，当发现寄主时，就用触角敲打寄主表面，并将产卵器插入寄主体内刺探。若为合适寄主，便将产卵器插入寄主体内开始产卵。一次产卵时间持续 8 秒钟左右。产卵完毕，拔出产卵器。休息片刻后，又寻找其它寄主或在自己已产过卵的寄主其它部位再次产卵，还能在其它寄生蜂如白蜡虫花翅跳小蜂产过卵的寄主上产卵。网纹绵蚧雌蚧虫体内最多可见寄生蜂 9 头，各头寄生蜂之间有隔膜隔开。

2.2.4　羽化习性：成蜂羽化是在寄主介壳下的虫体内完成的。羽化前，成蜂腹末端伸长。羽化时，蛹头部沿着复眼与额间缝表皮开裂，裂缝向上延伸至头顶后部弧形的关盖缝，向下延伸至头胸之间的节间缝，使口器、触角和额连同触角的蛹皮先行完整脱落，伸出成蜂头部。因羽化的成蜂俯卧（背面朝上，正对寄主的介壳）在介壳内，故需扭转头部，用上颚在寄主体连同介壳上咬一卵圆形的小孔，并将咬下的介壳吐在孔外。经过咬嚼直到孔的大小适合出蜂时，才从孔内伸出头部和前足，然后整个蜂钻出。小孔直径约 0.3 ~ 0.7 mm。在室内整个羽化过程约经历 30 分钟左右，最短 16 分钟，最长 90 分钟。寄主体内有几头蜂，则介壳上有几个羽化孔。

黑色软蚧蚜小蜂还具有以下羽化节律（见图 1、图 2）：一天 24 h 均有羽化，主要是白天，羽化高峰出现在 8：00 ~ 12：00 时，在这段时间内羽化的蜂数占羽化总数的 72.3%。另外，一批蜂的羽化持续时间以开始羽化后的 3 ~ 6 天达到高峰，占羽化总数的 84.0%，第 7 天以后羽化数量明显减少。

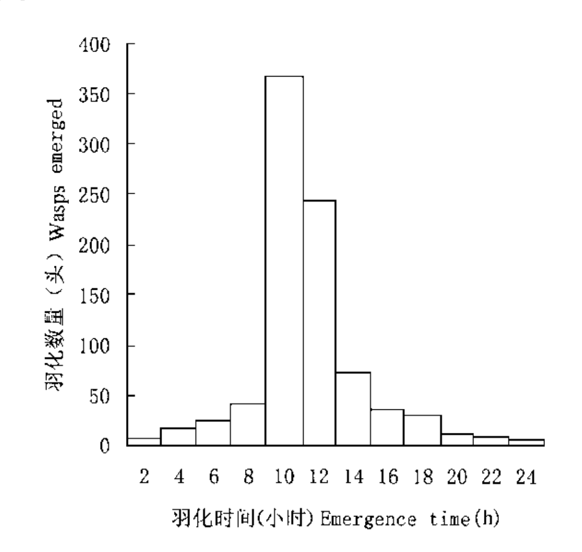


图 1　一天中成蜂羽化节律（三天羽化数量累计）

Fig. 1　Regulation of adult emergence each day (for three days)

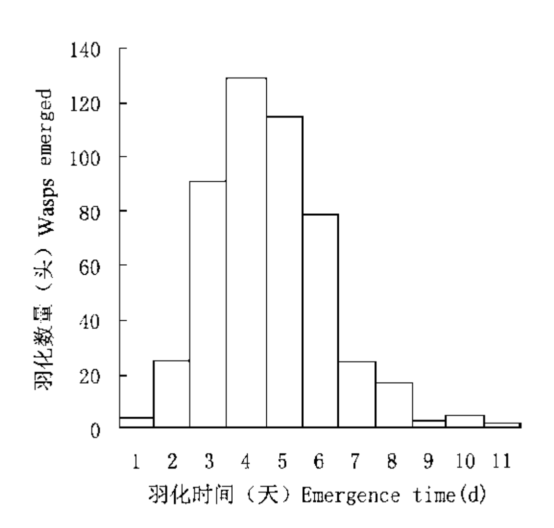


图 2　子代蜂羽化天次数量分布

Fig. 2　Regulation of offspring wasp emergence

2.2.5　成蜂寿命：试验结果（表 4）说明，成蜂寿命与温度和食物关系密切。成蜂寿命随温度升高而缩短，温度降低，寿命延长。补充 20% 蜂蜜水，能显著延长成蜂寿命。如不供给蜂蜜时，平均寿命为 1.56 ~ 9.07 天；供给蜂蜜时，寿命延长到 8.97 ~ 30.23 天。

2.2.6　子代出蜂数：由表 5 可知，寄生蜂的子代出蜂数与温度密切相关，在 18 ~ 30℃ 的的恒温条件下，以 24℃ 的出蜂数最多，分别为 15.2 头和 18.4 头，当温度超过 27℃ 时，出蜂数减少。饲喂 20% 蜂蜜水，平均每蜂子代出蜂数明显增多。

2.2.7　寄主选择性：经调查发现，黑色软蚧蚜小蜂对不同虫期、龄期的寄主有一定的选择性。一龄若虫、雄虫预蛹和蛹被寄生数量少，未见聚寄生现象；二龄若虫的被寄生数有所提高，仍未见聚寄生；三龄若虫被寄生数明显提高，少数出现聚寄生，聚寄生率为 3.85%，每蚧平均寄生数 1.04；雌成蚧的被寄生数和子蜂总数最多，聚寄生率占 7.55%，每蚧平均寄生数为 1.15。不管寄主为何虫态或龄期，寄生蜂均可发育至成虫。

表 4　黑色软蚧蚜小蜂成蜂寿命（天）

Table 4　Longevity of *C. yoshidae* adult wasp

温度（℃） Temperature	不补充营养 No food			补充 20% 蜂蜜水 Food supplied		
	最长 Max.	最短 Min.	平均 Aver.	最长 Max.	最短 Min.	平均 Aver.
18	22	3	9.07 ± 0.58	75	3	30.23 ± 1.92
21	17	2	4.18 ± 0.64	68	2	28.77 ± 2.01
24	15	2	4.07 ± 0.32	35	2	15.38 ± 1.41
27	9	1	3.47 ± 0.23	31	1	13.97 ± 0.97
30	6	1	1.56 ± 0.16	20	1	8.97 ± 0.86

表 5　黑色软蚧蚜小蜂平均每蜂子代出蜂数

Table 5　Offspring number per adult wasp

食物 Food	温度（℃）Temperature				
	18℃	21℃	24℃	27℃	30℃
不补充营养 No food	7.5	9.3	15.2	10.0	2.3
补充 20% 蜂蜜水 Food supplied	10.3	11.9	18.4	12.1	3.0

表 6　黑色软蚧蚜小蜂对网纹绵蚧不同虫期的寄生情况

Table 6　Parasitism of *C. yoshidae* in different life stages

寄主发育阶段 Stages	寄生蚧虫数 Parasitied host number	寄生率（%） Parasitization rate	子代寄生蜂数 Offspring wasp number	平均每蚧寄生蜂数 Average parasitic number per host	聚寄生率（%） Overlapping parasitization rate
幼虫 Larvae					
一龄 1st instar	1	0.67	1	1	0
二龄 2nd instar	10	6.67	10	1	0
三龄 3rd instar	26	17.33	27	1.04	3.85
雄蛹（含预蛹）Pupae	2	1.33	2	1	0
雌成虫 Famale adult	53	35.33	60	1.15	7.55

3　讨论

近年来，网纹绵蚧对柑桔的危害呈日趋猖獗之势，在部分桔园内已成为仅次于桔全爪螨、桔始叶螨的重要害虫（曾正和郑前良，1988），严重影响柑桔产量和品质。连续三年的调查证实田间网纹绵蚧雌成虫被黑色软蚧蚜小蜂寄生率高达80%以上。过去对网纹绵蚧的防治，国内外多采用在成虫期喷施化学农药。实践证明，这种方法既未减轻柑桔当年受害，又杀死了该虫的有效天敌。短期内网纹绵蚧及其天敌虽被压到很低水平，但网纹绵蚧的生殖力是寄生性天敌的近30倍。因此，桔园中残存的少数网纹绵蚧一旦失去有效天敌控制，便可在1～2年内迅速增殖猖獗成灾。因此，利用网纹绵蚧的优势种天敌—黑色软蚧蚜小蜂控制该虫具有非常广阔的利用前途。

参　考　文　献　（**References**）

Li D M，Wang M M，1986. Study on rapid estimations of development threshold temperature and effective accumulated heat. *Entomological Knowledge*，23（4）：184－187. ［李典谟，王莽莽，1986. 快速估计发育起点温度及有效积温法的研究. 昆虫天敌，23（4）：184－187］

Peng Y K，Chen D D，Shen Z C，*et al*.，1990. A study on *Chloropulvinaria polygonata*（Cockerell）in Sichuan（Coccoidea：Coccidae）. *Acta Entomol*. *Sin*.，33（3）：323－329.［彭以坤，陈敦定，沈朝春等，1990. 网纹绵蚧的研究. 昆虫学报，33（3）：323－329］

Zeng Z，Zheng Q L，1988. The study on the spatial distribution pattern and seguential sampling of *Chloropulvinaria polygonata*（Cockerell）. *Journal of Southwest Agricultural University*，10（2）：170－175.［曾正，郑前良，1988. 柑桔网纹绵蚧种群分布型和序贯抽样技术研究. 西南农业大学学报，10（2）：170－175］